

Die talokalkaneare Interpositionsarthrodese

The Talocalcaneal Interposition Arthrodesis

Hans Zollinger, Judith Fellmann¹

Zusammenfassung

Operationsziel

Interpositionsarthrodese mit zuverlässiger Beseitigung von Instabilitäten, Fehlstellungen und Schmerzen im Talokalkaneargelenk. Resektion der Gelenkflächen und Implantation autogener Knochenspongiosa unter Erhalt der physiologischen Höhe des Rückfußes.

Indikationen

Schmerzhafte Arthrosen und Instabilitäten im Talokalkaneargelenk, oft mit Rückfußfehlstellung, nach erfolgloser Ausschöpfung der konservativen einschließlich orthopädisch-technischen Maßnahmen.

Kontraindikationen

Arthrosen der Nachbargelenke.

Operationstechnik

Zugang inframalleolar lateral. Abschieben des Musculus extensor digitorum brevis nach distal. Resektion von Fettgewebe und Bandverbindungen im Sinus tarsi. Entknorpelung des talokalkanearen Gelenks und Resektion des sklerotischen subchondralen Knochens. Beckenkamm-spongiosa wird in eine im Sinus tarsi gemeißelte Nut eingebracht. Talokalkaneare Fixation in gewünschter Stellung mit kanülierter Spongiosazugschraube. Postoperative belastungsfreie Ruhigstellung während 6 Wochen in einem Kunststoffstiefel und während weiterer 6 Wochen unter Teilbelastung in einer Entlastungsschiene. 3 Monate postoperativ bei zeitgerechter knöcherner Konsolidierung volle Belastungsaufnahme und muskulo-artikuläre Rehabilitation.

Ergebnisse

In einer prospektiven Studie wurden 30 Patienten durchschnittlich 34,4 (10–68) Monate postoperativ klinisch und radiologisch (dorsoplantare, laterale und schräge Röntgenaufnahmen des Fußes sowie Computertomographie und/oder Magnetresonanztomographie) beurteilt. Indikationen für die Arthrodesis waren Rupturen der Sehne des Musculus tibialis posterior mit sekundärer Arthrose (acht Patienten) und posttraumatische talokalkaneare Arthrosen (22 Patienten). Die Patienten stufen ihre Schmerzen auf einer visuell-analogen Schmerzskala mit 4,4 vor und 0,9 Punkten nach der Operation ein. Subjektiv waren 17 Patienten vollständig zufrieden, neun zufrieden mit gerin-

Abstract

Objective

Interposition arthrodesis for reliable treatment of instabilities, malalignments, and pain in the talocalcaneal joint. Excision of articular cartilage and interposition of autogenous cancellous bone maintaining the physiologic height of the hindfoot.

Indications

Painful osteoarthritis and instability of the talocalcaneal joint, frequently with concomitant malalignment of the hindfoot, after unsuccessful conservative treatment including orthotics.

Contraindications

Osteoarthritis of adjacent joints.

Surgical Technique

Inframalleolar lateral approach. The short extensor muscle of toes is retracted distally. The sinus tarsi is freed from fatty tissue and ligaments. Excision of cartilage and sclerotic subchondral bone from the talocalcaneal joint. A notch is cut into the sinus tarsi and filled with cancellous bone from the iliac crest. Talocalcaneal fixation in the required joint position using a cannulated cancellous lag screw. Postoperative immobilization in a plastic boot, no weight bearing for 6 weeks. Partial weight bearing for the next 6 weeks with continued immobilization in a splint. 3 months postoperatively, timely bony consolidation provided, full weight bearing is allowed and musculoskeletal rehabilitation commenced.

Results

In a prospective study, 30 patients were clinically and radiologically (dorsoplantar, lateral and oblique views as well as computed tomography and/or magnetic resonance imaging) evaluated 34.4 (10–68) months postoperatively. Indications for the fusion were ruptures of the tibialis posterior tendon with secondary osteoarthritis in eight patients, and posttraumatic osteoarthritis of the talocalcaneal joint in 22. Patients expressed pain on a visual ana-

Operat Orthop Traumatol 2004;16:152–66

DOI 10.1007/s00064-004-1100-4

¹Fachärzte für Orthopädische Chirurgie, Zürich, Schweiz.

gen und vier mit mäßigen Vorbehalten. Kein Patient war unzufrieden. Die objektiven Resultate waren bei 25 Patienten ausgezeichnet, bei drei gut und bei zwei genügend. Die primäre Fusionsrate betrug 95%.

Schlüsselwörter

Talokalkaneare Arthrodese · Posttraumatische Rückfußarthrosen · Tibialis-posterior-Insuffizienz

Vorbemerkungen

Arthrosen des Rückfußes mit Resektion der Gelenkflächen und Implantation von autogenen Beckenkammspänen sind fest etablierte Operationsverfahren mit bekannten Ergebnissen und werden hauptsächlich bei schmerzhaften Arthrosen und Rückfußinstabilitäten angewandt [1, 9, 11]. Die frühere Vorstellung, dass alle drei subtalaren Gelenke operativ zu versteifen seien, wenn eines dieser Gelenke geschädigt ist [13], hat der ausschließlichen Fusion des oder der geschädigten Gelenke Platz gemacht [12, 18].

Frühere Techniken der isolierten talokalkanearen Arthrodese bestanden meist in einer ausgedehnten Resektion der talokalkanearen Gelenkfläche [14] (Abbildung 1a). Dadurch wurden die Höhe des Rückfußes vermindert und die Anatomie des Chopart-Gelenks gestört, was zu einer Arthrose in diesem Gelenk führen konnte [2, 5].

Durch Interposition eines kortikospongiösen Spans in den Sinus tarsi [16] wird dessen Höhe erhalten; der Einbau solcher Späne kann jedoch längere Zeit beanspruchen.

Auch durch Interposition von autogener Spongiosa in den exkavierten Sinus tarsi und zwischen den knapp resezierten talokalkanearen Gelenkflächen ventral und dorsal wird die Höhe des Rückfußes erhalten; damit bleibt die Anatomie der Chopart-Gelenke intakt [8, 11] (Abbildung 1b). In ca. 95% ist mit dem Eintritt einer Fusion zu rechnen [4, 15].

Die erhaltene Integrität von Talonavikular- und Kalkaneokuboidgelenk bewahrt dem Patienten die Fähigkeit, auf unebenem Grund zu gehen [12, 18].

Die Korrektur der Rückfußachse stellt einen entscheidenden Schritt für den Operationserfolg dar [4, 15]. Dabei ist der „Rückfußvalgus“ physiologisch, d.h. nicht $> 10^\circ$ einzustellen, um eine Vorfußsupination zu vermeiden [9].

log scale as having been 4.4 prior to and 0.9 points after the operation. Subjectively, 17 were completely satisfied, nine were satisfied with few and four with some reservations. No patient was dissatisfied.

Objective results were excellent in 25, good in three, and satisfactory in two patients. Primary fusion rate amounted to 95%.

Key Words

Talocalcaneal arthrodesis · Posttraumatic hindfoot arthritides · Tibialis posterior insufficiency · Functional results

Introductory Remarks

Arthroses of the hindfoot with excision of the articular surfaces and implantation of autogenous bone shavings from the iliac crest are well-established surgical procedures with known results, mainly applied in painful osteoarthritis and instabilities of the hindfoot [9, 11]. Previously held beliefs that all three subtalar joints must be fused when one of them is damaged [13], have been replaced by the fusion of the damaged joints only [12, 18].

Earlier techniques of isolated talocalcaneal arthrodesis usually entailed a radical excision of the talocalcaneal joint surfaces [14] (Figure 1a). This resulted in a loss of height in the hindfoot and function in Chopart's joint, with the risk of degenerative disease of this joint [2, 5].

The insertion of a corticocancellous block into the sinus tarsi [16], although prolonging the process of consolidation, eliminates the loss of hindfoot height.

Another method is to interpose cancellous bone graft material into the excavated sinus tarsi and between sparingly excised talocalcaneal articular surfaces anteriorly and posteriorly, thus preserving hindfoot height and Chopart's joint anatomy [8, 11] (Figure 1b). Fusion may be expected in 95% [4, 15].

By preserving the integrity of the talonavicular and calcaneocuboid joints, patients are able to walk on uneven ground [12, 18].

Correction of the hindfoot axis is decisive for the success of the procedure [4, 15]. It must be aligned physiologically, i.e., not $> 10^\circ$ valgus, to avoid supination of the forefoot [9].

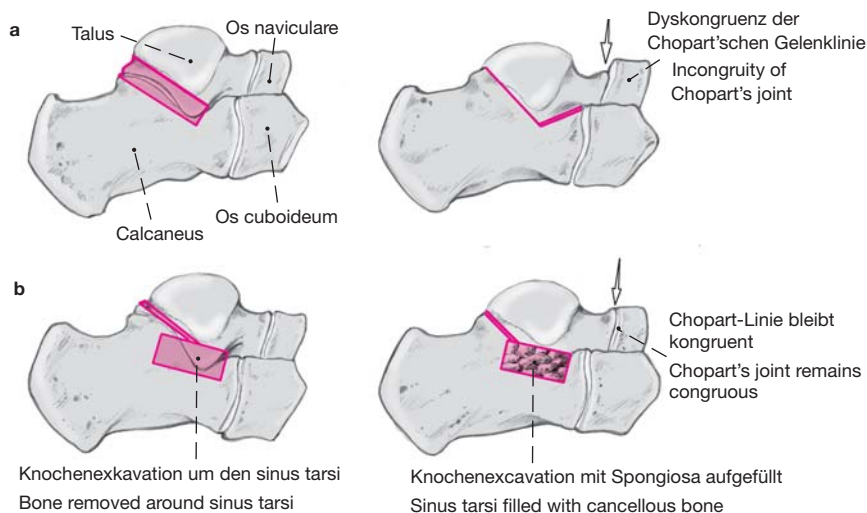
Abbildungen 1a und 1b

Durch eine ausgedehnte Resektion der talokalkanearen Gelenkflächen kommt es zur Höhenminderung des Rückfußes, was zu einer Kongruenzstörung in den Chopart-Gelenken führen kann (a). Durch die Interposition von autogener Spongiosa im exkavierten Sinus tarsi und zwischen knapp resezierten talokalkanearen Gelenkflächen ventral und dorsal wird die Höhe des Rückfußes und damit die Integrität der Chopart-Gelenke erhalten (b).

Figures 1a and 1b

A radical excision of the talocalcaneal joint surfaces resulted in a loss of height in the hindfoot and function in Chopart's joint, with the risk of degenerative disease of this joint (a).

Another method is to interpose cancellous bone grafts into the excavated sinus tarsi and between sparingly excised talocalcaneal articular surfaces anteriorly and posteriorly, thus preserving hindfoot height and Chopart's joint anatomy (b).

**Operationsprinzip und -ziel**

Ziel des Eingriffs ist die Stabilisierung und/oder Schmerzbefreiung im Talokalkaneargelenk und bei Bedarf die gleichzeitige Stellungskorrektur durch eine die Rückfußhöhe erhaltende Interpositionsarthrodese (Abbildung 1b) mit Spongiosa aus dem gleichseitigen Beckenkamm. Fixation der Arthrodese durch eine kanülierte 7,3-mm-Spongiosazugschraube.

Surgical Principles and Objective

The operation aims at reducing or eliminating pain in the talocalcaneal joint, simultaneously correcting a malalignment of the hindfoot axis, if necessary, by fusion of the joint without loss of hindfoot height (Figure 1b) using cancellous bone from the ipsilateral iliac crest. Interfragmentary compression is obtained with one 7.3-mm cannulated lag screw.

Vorteile

- Einfache, erprobte Operationstechnik.
- Erhaltung der Beweglichkeit im Chopart-Gelenk.

Nachteile

- Versteifung im Talokalkaneargelenk.
- 6-wöchige vollständige und weitere 6-wöchige teilweise Entlastung des operierten Fußes, also Rehabilitationsphase von > 3 Monaten.
- Plantarflexion des Fußes oft geringfügig vermindert, spätere Überlastungsschäden an Nachbargelenken möglich.

Indikationen

- Mit konservativen Maßnahmen nicht beherrschbare Schmerzen, Deformität und/oder Instabilität im Rückfuß.

Advantages

- Simple, proven surgical technique.
- Movement in Chopart's joint preserved.

Disadvantages

- Loss of motion in the talocalcaneal joint.
- No weight bearing allowed for 6 weeks and partial weight bearing for an additional 6 weeks, resulting in a rehabilitation of > 3 months.
- Plantar flexion frequently somewhat reduced, resulting in possible later damage to adjacent joints.

Indications

- Pain not responding to conservative means, deformity and/or instability of the hindfoot.
- Functional requirements: return to pain-free weight bearing.

- Funktionelle Bedürfnisse: Erhaltung einer schmerzfreien Belastbarkeit des Fußes.
- Folgende Faktoren müssen berücksichtigt werden: Ausmaß und Schweregrad der Arthrose, Arthrosen von Nachbargelenken, Fehlstellung im Rück- und Vorfuß sowie Kontraktur des Rückfußes.
- Schmerzhafte Arthrose im Talokalkaneargelenk, oft verbunden mit einer Rückfußfehlstellung ohne oder mit nur leichten (Stadium 1: Gelenkspaltverschmälerung) arthrotischen Veränderungen der Nachbargelenke (tibiotalar, talonavikular, kalkaneokuboidal).
- Instabilität des Rückfußes bei Ruptur oder schwerer Insuffizienz der Sehne des Musculus tibialis posterior.
- Kooperativer Patient ohne Alterseinschränkung.

Kontraindikationen

Absolut

- Schlechte Weichteil- und Hautverhältnisse.
- Beeinträchtigte arterielle Durchblutung.
- Diabetische Osteoarthropathie.

Relativ

- Lockere, reversible Rückfußdeformität.

Patientenaufklärung

- Infektions-, Thrombose- und Embolierisiko.
- Gefahr von Gefäß- und Nervenverletzungen.
- Seltenes Auftreten einer Sudeck'schen Dystrophie.
- Volle Entlastung des im Unterschenkel-Kunststoffstiefel geschützten Unterschenkels während 6 Wochen. Anschließend Teilbelastung im Entlastungsstiefel bis zur 12. Woche postoperativ.
- Arbeitsunfähigkeit von 2–4 Monaten.
- Entfernung der Schraube nur, wenn diese stört.
- Fußstützung mit Einlagen, orthopädische Schuhzurichtungen, z.T. auch postoperativ notwendig.
- Eventuell Überbeanspruchungsschäden der Nachbargelenke im Laufe der Zeit.

Operationsvorbereitungen

- Standardröntgenaufnahmen: Fuß dorsoplantar, seitlich und schräg.
- Eventuell Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) zur Beurteilung operationsrelevanter Knochen- oder Weichteilschäden, wie z.B. Lokalisation und Ausmaß einer Sehnenläsion am Rückfuß.
- Prophylaktische Antibiotikaverabreichung bei erhöhtem Infektionsrisiko.
- Reinigung des Fußes, Schneiden der Fußnägel.

- The following factors must be considered: severity and extent of osteoarthritis, arthritis of adjacent joints, malalignment of the hind- and forefoot, contractures of the hindfoot.
- Painful osteoarthritis of the talocalcaneal joint, frequently with concomitant malalignment of the hindfoot or only mild (stage 1: joint space narrowing) degenerative changes in the adjacent joints (tibiotalar, talonavicular, calcaneocuboid).
- Instabilities of the hindfoot with ruptured or insufficient tibialis posterior tendon.
- Cooperative patient, no age limit.

Contraindications

Absolute

- Poor condition of the soft tissue and skin.
- Compromised circulation.
- Degenerative changes secondary to diabetes.

Relative

- Loose, reversible hindfoot deformity.

Patient Information

- Risk of infection, thrombophlebitis, embolism.
- Risk of nerve and blood vessel damage.
- Rare incidence of reflex sympathetic dystrophy.
- No weight bearing for 6 weeks in a below-knee fiberglass cast, and partial weight bearing in a special boot for the next 6 weeks.
- Sick leave for 2–4 months.
- Screw removal only, if causing discomfort.
- Shoe modification may be necessary.
- Possibility of degenerative changes to adjacent joints over time.

Preoperative Work Up

- Standard radiographs: dorsoplantar, oblique, and lateral views.
- Possibly computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI) for preoperative evaluation of relevant bone or soft tissue damage, such as site and severity of a tendon rupture in the hindfoot.
- Prophylactic administration of antibiotics in cases with increased risk of infection.
- Cleaning of foot and trimming of toenails.

Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinnarkose oder regionale Anästhesie.
- Eine partielle Fußblockade (Nervus peroneus superficialis, Nervus peroneus profundus, Nervus saphenus) ist wegen der Entnahme von Beckenkamm-spongiosa nicht angezeigt.
- Rückenlage, Rumpfseitenstützen.
- Pneumatische Blutsperre am Oberschenkel.

Instrumentarium und Implantate

- Fußchirurgisches Standardinstrumentarium mit Arthrodesenspreizer.
- Kleine oszillierende Säge oder große Liston-Schere und Meißel, 10–30 mm breit.
- Kanülierte 7,3-mm-Spongiosaschrauben.
- Kirschner-Drähte, 1,25 und 1,6 mm dick.

Anesthesia and Positioning

- General or regional anesthesia.
- A foot block is not recommended, due to the necessity of bone harvesting at the iliac crest.
- Supine position, kidney rests.
- Pneumatic tourniquet not necessary.

Surgical Instruments and Implants

- Standard foot and ankle instruments with a laminar spreader.
- Small oscillating saw or large Liston bone cutter, and chisel, width 10–30 mm.
- Cannulated 7.3-mm cancellous lag screws.
- Kirschner wires, 1.25 and 1.6 mm.

Operationstechnik

Abbildungen 2 bis 8

Abbildung 2

Der Hautschnitt beginnt 1 cm dorsal und unterhalb der Außenknöchelspitze und zieht 6–10 cm in Richtung des vierten Tarsometatarsalgelenks.

Figure 2

The incision begins 1 cm posterior and distal to the tip of the fibula and curves 6–10 cm toward the fourth tarsometatarsal joint.

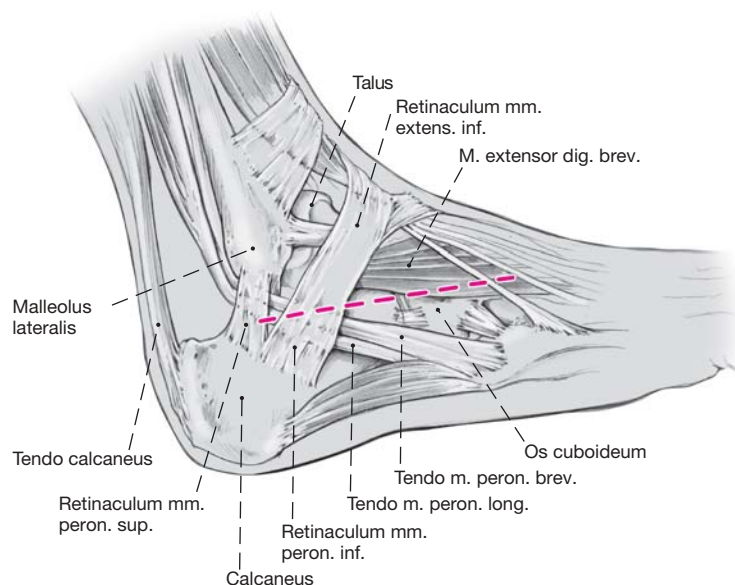


Abbildung 3

Das Subkutangewebe wird durchtrennt. Hämostase. Die Retacula der Fuß- und Zehenextensoren werden gespalten. Im latero-plantaren Zugangsbe- reich ist der Nervus suralis zu beachten und zu schonen.

Figure 3

The subcutaneous tissue is divided. Hemostasis. The retacula of the toe and foot extensor tendons are incised. The sural nerve, located in the latero-plantar region of the approach, must be respected.

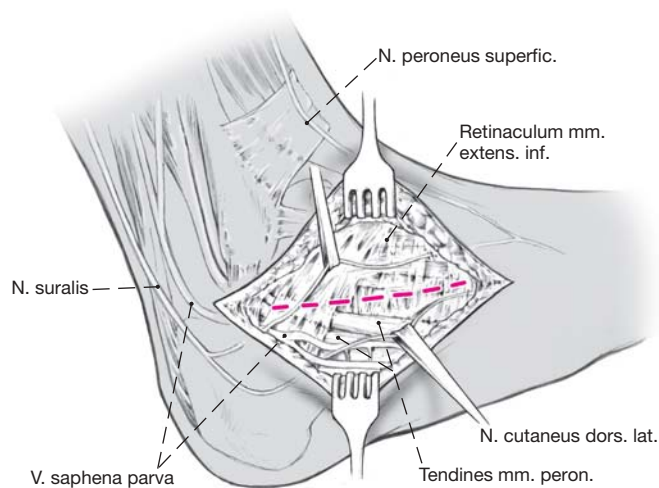


Abbildung 4

Der Ursprung des Musculus extensor digitorum brevis wird über dem Sinus tarsi abgelöst und nach distal geklappt. Dadurch wird der Zugang zum Sinus tarsi frei. Der Zugang wird zuerst vom Fettgewebe, dann von seinem ligamentären Inhalt (Ligamentum talocalcaneum interosseum, Ligamentum canalis sinus tarsi) befreit. Die Peronealsehnen werden mit einem stumpfen Hohmann-Haken vom dorsalen Gelenkabschnitt nach dorsal weggehalten (nicht gezeichnet).

Figure 4

The origin of the short extensor muscle of toes is released above the sinus tarsi and reflected distally. This exposes the sinus tarsi which is now freed from first fatty, then ligamentous material (interosseus talocalcaneum ligament, canalis sinus tarsi ligament).

A blunt Hohmann retractor (not depicted in the sketch) holds the peroneal tendons away from the posterior joint aspect.

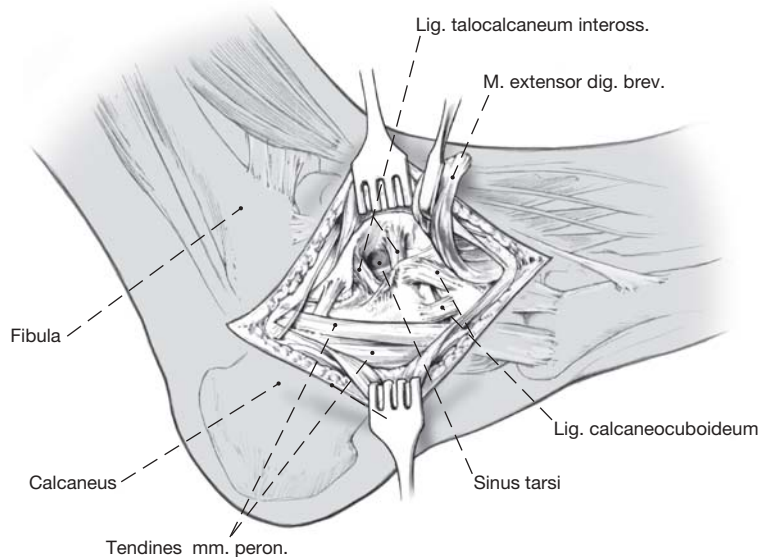


Abbildung 5

Nun wird ein kräftiger Arthrodesenspreizer in den ventralen Abschnitt des Sinus tarsi eingebracht; anschließend wird der dorsale Abschnitt des Talokalkaneargelenks entknorpelt. Dasselbe Vorgehen gilt mit umgesetztem Arthrodesenspreizer für den ventralen talokalkanearen Gelenkabschnitt.

Figure 5

A strong laminar spreader is introduced into the anterior aspect of the sinus tarsi, facilitating excision of removal of articular cartilage from the posterior portion. The spreader is then reversed, enabling cartilage removal from the anterior joint aspect.

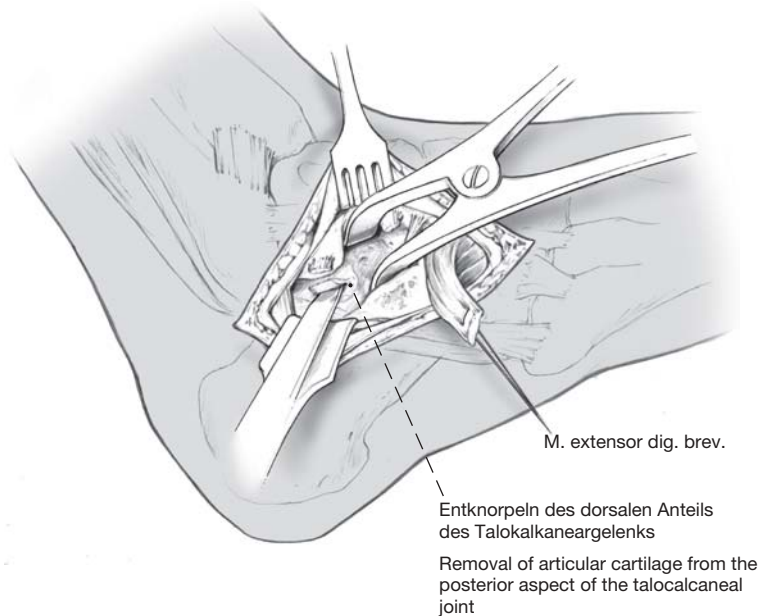


Abbildung 6

Anschließend wird mit dem Meißel eine etwa der Kontur des Sinus tarsi entsprechende rechteckige Exkavation von $2,5 \times 2 \times 1$ cm für die Aufnahme der Spongiosaspäne ausgehoben, wobei die subchondrale knöcherne Sklerose vollständig entfernt werden muss. Durch vorherige Identifikation der Chopart'schen Gelenklinie mit einem feinen Kirschner-Draht kann der Abstand des vorderen Nutrandes zu dieser Gelenklinie definiert werden.

Figure 6

A rectangular bed for the bone graft, roughly corresponding to the contour of the sinus tarsi and measuring $2.5 \times 2 \times 1$ cm, is cut with the chisel, paying attention to thorough removal of all sclerotic subchondral bone. This can be facilitated by prior identification and protection of Chopart's joint with a small-caliber Kirschner wire.

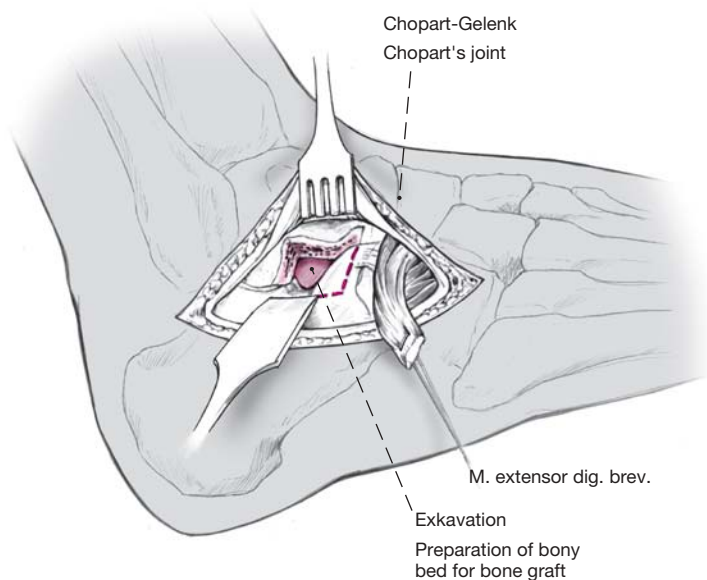


Abbildung 7

Durch einen 1–2 cm langen separaten Zugang über dem Talushals wird unter Schonung des Gefäß-Nerven-Bündels eine kanülierte 7,3-mm-Spongiosamittelgewindeschraube in posterolateraler Richtung so eingebracht, dass das Gewinde kaudal des Arthrodesespalts zu liegen kommt. Der Rückfuß wird beim Eindrehen der Schraube durch den Operateur in leichter Valgusstellung – analog der Gegenseite – gehalten. Die Schraube wird noch nicht festgezogen. Bildwandlerkontrolle empfehlenswert.

Figure 7

A 7.3-mm cannulated cancellous lag screw with a medium-length thread is introduced via a separate incision of 1–2 cm over the neck of the talus, sparing the neurovascular bundle. It is advanced until the threads lie completely in the calcaneal side of the arthrodesis. When tightening the screw, the surgeon holds the hindfoot in a slight valgus position – analogous to the contralateral foot. Ultimate tightening is delayed until bone graft has been implanted. The image intensifier is used to check screw positioning.

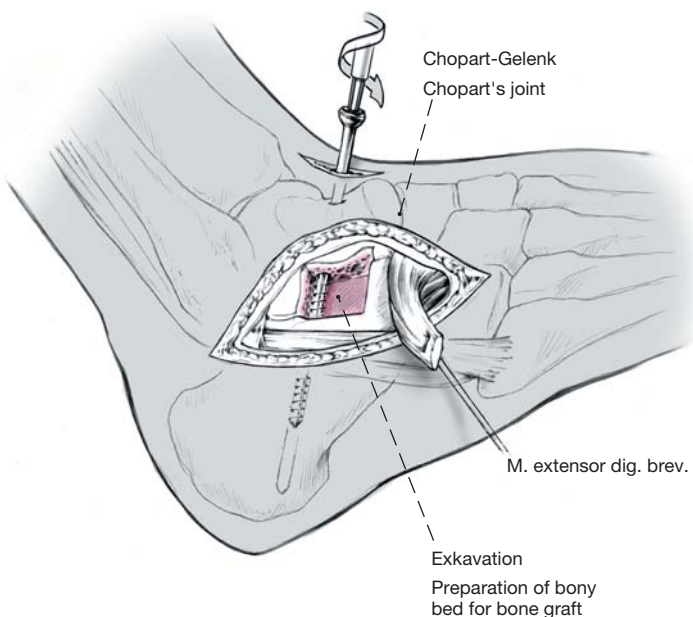
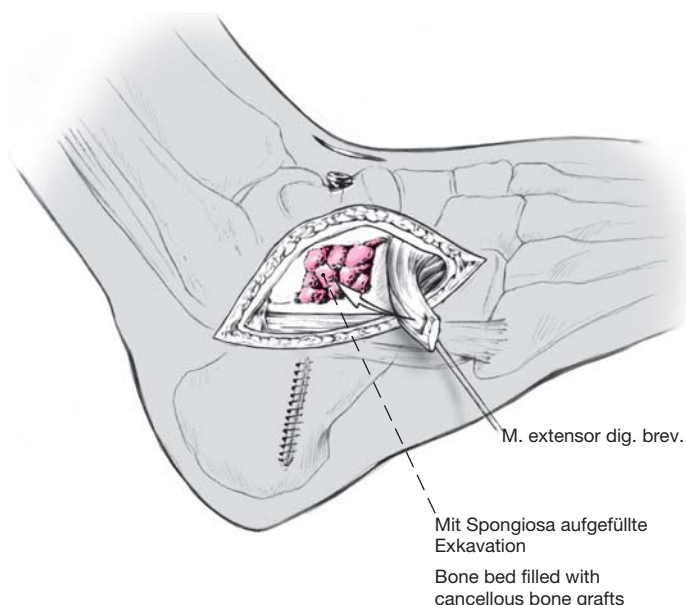


Abbildung 8

Nun wird die in typischer Weise und ausreichender Menge aus dem Beckenkamm gewonnene Spongiosa in die Nut und den übrigen Gelenkspalt gepresst; anschließend wird die Spongiosazugschraube festgezogen. Der im ventralen und dorsalen Abschnitt des Talokalkaneargelenks erhaltene Gelenkspalt verhindert eine Höhenverminderung im Rückfuß. Der Musculus extensor digitorum brevis wird readaptiert. Öffnen der Blutsperre, Blutstillung. Einlegen eines Redon-Drains und Hautverschluss.

Figure 8

The plentifully harvested cancellous bone is now pressed into the prepared bed and in the joint space; the screw is then tightened. A loss of hind-foot height is strongly reduced by the fact that the height of the joint space is preserved in the anterior and posterior joint aspects. The short extensor muscle of toes is reattached, the tourniquet released, hemostasis done, a suction drain inserted, and the skin closed.

**Postoperative Behandlung**

- Eine dorsale Gipsschiene wird bis zur Wundheilung angelegt und anschließend durch einen gepolsterten „Kunststoffstiefel“ (z.B. Typ Scotchcast, 3M™) bis zum Abschluss der 6. postoperativen Woche ersetzt. Keine Belastung erlaubt.
- Entfernung der Redon-Dainage am 2. und der Fäden am 14. postoperativen Tag.
- Nach der 6. postoperativen Woche wird der Rückfuß seitlich und schräg geröntgt. Bei zeitgerechter Knochenheilung wird mit Teilbelastung bis zur Hälfte des Körpergewichts in einem abnehmbaren Entlastungstiefel ab der 7. Woche postoperativ begonnen. Die Belastung darf bei Schmerz- und Schwellungsfreiheit bis zur Vollbelastung in der entlastenden Unterschenkelorthese erhöht werden. Weitere Röntgenkontrolle nach der 12. postoperativen Woche. Nach Knochenheilung Beginn der Physiotherapie zur Abschwellung des Fußes, Mobilisation der Gelenke, Muskelkräftigung, Gehschulung. Elastische Verbände oder Kompressionsstrümpfe, solange Schwellungsneigung besteht. Einlagenversorgung nach Abschwellung des Fußes.
- Thromboseprophylaxe mit niedermolekularem Heparin (5 000 IE subkutan) während der gesamten Dauer der Ruhigstellung.

Postoperative Management

- A posterior plaster splint is applied after wound closure. After suture removal, it is replaced by a padded fiberglass boot, which remains in place for 6 weeks. No weight bearing is allowed.
- Removal of suction drain 2 days and of sutures 14 days postoperatively.
- Lateral and oblique radiographs of the hindfoot are taken 6 weeks postoperatively. Provided bony consolidation is timely, partial weight bearing of up to one half of the patient's body weight is allowed in a removable boot beginning with the 7th week. If pain and swelling do not reoccur, weight bearing may be gradually increased up to full body weight in the removable boot. Further radiographic control after 12 weeks. After bony consolidation is complete, physiotherapy for reduction of swelling, joint mobilization, muscle strengthening, and gait training are commenced. Elastic dressings or compression stockings are worn. Shoe modification and insoles after foot swelling has subsided.
- Low molecular weight heparin (5,000 IU s.c.) is administered for the entire duration of immobilization.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Bei einseitiger Deformität wird die Rückfußachse nicht korrekt in Analogie zur Gegenseite – in der Regel plantigrad oder bis zu 7° Valgus – eingestellt: Es resultiert eine Fehlbelastung des inneren oder äußeren Fußrandes mit Schmerzen, Funktionsstörung und Schuhversorgungsproblemen. Bei erheblichem Schweregrad der Störung ist eine operative Stellungskorrektur zu diskutieren.
- Eine bei Insuffizienz des Musculus tibialis posterior zuweilen ebenfalls vorhandene Vorfußabduktion wird durch die talokalkaneare Arthrodese nicht korrigiert [3, 7]: Die Vorfußabduktion bleibt bestehen, und damit kommt es meist zu einer Abstoßschwäche und Schuhversorgungsproblemen: Eine ergänzende Chopart-Arthrodese ist oft unumgänglich.
- Ein talokalkaneärer Knochendefekt wird unzureichend mit Beckenkammspongiosa aufgefüllt: Eine verzögerte Knochenheilung oder Pseudarthrose kann resultieren und einen Revisionseingriff mit erneuter Spongiosaanlagerung erfordern.
- Ein lateral nach Kalkaneusfraktur gebildeter Kallus oder ein Knochenfragment wird nicht geglättet oder entfernt: Ein laterales Impingement kann die Folge sein und eine sekundäre Glättung oder ein Release erfordern.

Ergebnisse

Zwischen November 1991 und Januar 1997 wurden 36 talokalkaneare Arthrodesen durchgeführt, von denen 30 im Durchschnitt 34,4 (10–68) Monate postoperativ nachkontrolliert werden konnten. Bei den Patienten handelte es sich um 19 Männer und elf Frauen, die zum Zeitpunkt des Eingriffs 53 (17–71) Jahre alt waren und bei denen der Eingriff 17-mal links und 13-mal rechts durchgeführt wurde.

Die Indikation zur Operation bestand bei acht Patienten in einer schweren Insuffizienz des Musculus tibialis posterior und bei 22 Patienten in schmerzhaften Arthrosen (16 Kalkaneusfrakturen, drei Talusfrakturen, zwei Talusnekrosen, einmal Zustand nach rheumatoider Arthritis; Tabelle 1).

Beurteilung: Alle Patienten mussten ihr prä- und postoperatives Schmerzausmaß auf einer visuell-analogen Schmerzskala festhalten (Tabelle 2). Sie beurteilten ihre subjektiven Funktionen mit Hilfe des modifizierten Johnson-Scores [9] (Tabelle 3) und wurden über das Operationsergebnis hinsichtlich Gangbild, Gehdauer, Sportfähigkeit, Berufsfähigkeit und Schuhgewohnheiten befragt.

Errors, Hazards, Complications

- In unilateral deformity, failure to correctly adjust the hindfoot axis in line with the contralateral foot – usually plantigrade or up to 7° valgus: this results in false distribution of pressure either medially or laterally and, consequently, pain, impaired function, and shoe problems. In severe cases, surgical correction must be considered.
- In the case of a tibialis posterior tendon insufficiency, the resulting abduction of the forefoot cannot be corrected with this procedure [3, 7]: the forefoot abduction persists, leading to shoe problems and usually weak push-off: additional fusion of Chopart's joint is frequently necessary.
- A talocalcaneal bone defect is not sufficiently filled with cancellous bone grafts: delayed consolidation or pseudarthrosis can be the result, necessitating surgical revision and bone grafting.
- In procedures following fractures of the calcaneus: failure to remove a lateral callus or bone fragment may result in lateral impingement, necessitating secondary bone trimming or release.

Results

From November, 1991 to January, 1997, 36 talocalcaneal arthrodeses were performed, 30 of which were followed up for 34 months (10–68) months postoperatively. This group consisted of 19 men and eleven women with an average age of 53 (17–71) years, and the procedure was performed on 17 left and 13 right limbs.

In eight patients the indication for surgery was a severe insufficiency of the tibialis anterior tendon, and in 22 a painful osteoarthritis (16 after fractures of the calcaneus, three after fractures of the talus, two osteonecroses of talus, one osteoarthritis secondary to rheumatoid arthritis; Table 1).

Evaluation: all patients reported their pre- and postoperative pain intensity using a visual analog pain scale (Table 2). They were interviewed with respect to their subjective function using the modified Johnson score [9] (Table 3) and to the surgical result regarding gait, walking distance, ability to participate in sports, ability to work, and shoe wear.

All feet were examined for the following criteria preoperatively and at follow-up: tenderness, swelling, mobility in the ankle joints, hindfoot axis, foot alignment, and hindfoot stability.

Pre- and postoperative plain radiographs (dorso-plantar, oblique, and lateral views) were taken to evaluate the state prior to surgery and postoperative bony

Alle Füße wurden präoperativ und bei der Nachkontrolle auf Druckschmerzen, Schwellung, Beweglichkeit in den Sprunggelenken, Rückfußstellung und Fußalignement sowie Rückfußstabilität untersucht.

Prä- und postoperative konventionelle Röntgenbilder (dorsoplantare, schräge und seitliche Aufnah-

consolidation, as well as any alterations in the adjacent joints. Images were compared to CT scans, which were used to quantify bony consolidation. All cases of tibialis posterior tendon ruptures underwent an MRI to quantify the degree of tendon damage (1st to 3rd degree according to Conti [3]).

Tabelle 1

Indikationen (n = 30).

Indikation	Patienten (n)
Chronische Dysfunktion des Musculus tibialis posterior (Stadium 3 mit Arthrose)	8
Arthrosen	22
• Frakturen (16 Kalkaneus-, drei Talusfrakturen)	19
• Talusnekrosen	2
• Arthrose nach rheumatoider Arthritis	1

Tabelle 2

Schmerzskala (modifiziert nach [11]).

Kein Schmerz	0
Schmerz während Sport oder nach stärkster Beanspruchung	1
Schmerz nach starker Beanspruchung	2
Schmerz nach leichter Beanspruchung	3
Schmerz bei Gewichtsbelastung	4
Konstante Schmerzen	5

Tabelle 3

Subjektive Beurteilung – Beurteilungskriterien (nach [8]).

Uneingeschränkt zufrieden	Kein Schmerz, keine Medikamente Keine Aktivitätseinschränkung (uneingeschränkte Gehleistung, Sport möglich) Geringe Einschränkung beim Tragen von Schuhen (Einlagen) Volle Arbeitsfähigkeit
Zufrieden mit kleinen Einschränkungen	Geringe Schmerzen (1), keine Medikamente Geringe Aktivitätseinschränkung (Gehleistung 1–3 h, Sport limitiert möglich) Mäßige Einschränkung beim Tragen von Schuhen (Einlagen, Schuhzurichtungen für belastende Tätigkeiten) Volle Arbeitsfähigkeit
Zufrieden mit größeren Einschränkungen	Mäßige Schmerzen (2–3), Medikamente unregelmäßig Mäßige Aktivitätseinschränkung (Gehleistung 1/2–1 h, kein Sport möglich) Größere Einschränkung beim Tragen von Schuhen (Stabilschuhe) Eingeschränkte Arbeitsfähigkeit
Unzufrieden	Stärkere Schmerzen (4–5), Medikamente regelmäßig Stärkere Aktivitätseinschränkung (Gehleistung < 1/2 h, kein Sport möglich) Größere Einschränkung beim Tragen von Schuhen (Maßschuhe) Keine Arbeitsfähigkeit

Table 1

Indications (n = 30).

Indication	Patients (n)
Chronic tibialis anterior dysfunction (grade 3 with arthritis)	8
Osteoarthritis	22
• Secondary to fractures (16 calcaneal, three talar fractures)	19
• Osteonecrosis of the talus	2
• Secondary to rheumatoid arthritis	1

Table 2

Pain scale (modified according to [11]).

No pain	0
Pain during sports or extreme demands	1
Pain after intense demands	2
Pain after minimal demands	3
Pain upon weight bearing	4
Constant pain	5

Table 3

Subjective assessment criteria (according to [8]).

Completely satisfied	No pain, no medication Unrestricted activity (walking distance unrestricted, sports activities possible) Mild limitations when wearing corrected shoes (insoles) Full work capacity
Satisfied with minor reservations	Mild pain (1), no medication Mild restriction of activity (walking ability 1–3 h, limited sports activities) Moderate limitations while wearing shoes with insoles, shoe alterations for strenuous activities Full working capacity
Satisfied with greater reservations	Moderate pain (2–3), occasional need for pain medication Moderate restriction of activity (walking ability 1/2–1 h, sports activity impossible) Greater limitations in shoe wear (stabilized shoe) Limited working capacity
Dissatisfied	Severe pain (4–5), regular need for pain medication Greater restriction of activity (walking ability < 1/2 h, sports activity impossible) Greater need for orthopedic shoes Unable to work

men) dokumentierten den Zustand vor sowie den knöchernen Durchbau und allfällige Veränderungen der Nachbargelenke nach dem Eingriff. Sie wurden mit den CT-Aufnahmen verglichen, die zur quantitativen Messung des Knochendurchbaus verwendet wurden. Bei allen Läsionen der Sehnen des Musculus tibialis posterior wurde präoperativ mit MRT der Grad der Sehnenruptur bestimmt (Grad 1–3 nach Conti [3]).

Die objektive Beurteilung durch die Autoren richtete sich nach den Kriterien von Patterson et al. [14], Wetmore & Drennan [17] und Kitaoka et al. [10] (Tabelle 4).

Subjektive Resultate

Die Patienten stuften ihre Schmerzen mit 4,4 vor und 0,9 Punkten nach der Operation auf der visuell-analogen Schmerzskala ein. Vor der Operation klagten alle Patienten über Rückfußschmerzen. Postoperativ waren 17 Patienten völlig beschwerdefrei, vier hatten Schmerzen beim Sport, fünf bei schweren Belastungen, drei bei leichten Belastungen und ein Patient auch in Ruhe.

Tabelle 4
Objektive Beurteilung – Beurteilungskriterien.

Ausgezeichnet	Gangbild normal Kein Druckschmerz, keine Schwellung, keine Instabilität Uneingeschränkte Beweglichkeit des oberen Sprunggelenks Physiologisches Alignment des Rückfußes (0–5° Valgus) Vollständige ossäre Konsolidierung Keine Arthrose der Nachbargelenke
Gut	Normales Gangbild Kein Druckschmerz, keine Schwellung, keine Instabilität Minimale Bewegungseinschränkung von 10° (oberes Sprunggelenk) Endwärtige Rückfußstellung (6–10° Valgus) Vollständiger knöcherner Durchbau Keine Arthrose der Nachbargelenke
Mäßig	Leichtes Hinken Druckschmerz oder Schwellung, keine Instabilität Deutlich eingeschränkte Beweglichkeit von 11–20° (oberes Sprunggelenk) Rückfußalignment in Varusstellung oder > 10° Valgusstellung Vollständiger knöcherner Durchbau Mäßige Arthrose der Nachbargelenke
Schlecht	Deutliches Hinken Druckschmerzhaftigkeit, Schwellung oder Instabilität im Rückfuß Eingeschränkte Beweglichkeit von > 20° (oberes Sprunggelenk) Verzögerter oder ausbleibender knöcherner Durchbau Schwere Arthrose der Nachbargelenke

The objective evaluation by the authors followed the criteria of Patterson et al. [14], Wetmore & Drennan [17], and Kitaoka et al. [10] (Table 4).

Subjective Results

Patients assessed their pain level at 4.4 points before and 0.9 points after surgery on the visual analog pain scale. Prior to the procedure, all patients suffered from a painful hindfoot. Postoperatively, 17 were entirely free of pain, four complained of pain when playing sports, five during strenuous activities, three during light activities, and one also when resting.

In 23 patients, walking distance was increased. Twelve of these had regained an unlimited walking distance. In this study, we observed a steady increase of walking distance over the course of the 1st postoperative year.

23 patients were able to wear regular shoes without insole devices or technical modifications, two wore ankle-stabilizing devices when walking on uneven grounds, two wore a stabilizing insert within standardized orthopedic shoes, and three required custom-fitted orthopedic shoes.

Table 4
Objective assessment criteria.

Excellent	Normal gait No pressure pain or swelling, no instability Range of motion of the ankle unimpaired Physiologic hindfoot alignment (0–5° valgus) Bony consolidation complete No osteoarthritis of the adjacent joints
Good	Normal gait No pressure pain or swelling, no instability Minimal impairment of ankle range of motion < 10° Hindfoot axis between 6° and 10° valgus Bony fusion complete No osteoarthritis of the adjacent joints
Satisfactory	Slight limp Tenderness or swelling, no instability Distinctly impaired motion 11–20° (ankle joint) Hindfoot malalignment in varus or > 10° valgus Bony fusion complete Moderate osteoarthritis of the adjacent joints
Poor	Marked limp Tenderness, swelling or instability of the hindfoot > 20° restriction of ankle motion Delayed or absent consolidation Severe osteoarthritis of the adjacent joints

Die Gehstrecke war postoperativ bei 23 Patienten vergrößert; zwölf von ihnen besaßen wieder eine uneingeschränkte Gehstrecke. Wir beobachteten in dieser Studie eine stetige Zunahme der Gehleistung im 1. postoperativen Jahr.

23 Patienten konnten Konfektionsschuhe ohne Einlagen oder technische Zurichtungen benutzen, zwei trugen knöchelstabilisierende Schuhe auf unebener Unterlage, zwei trugen Fußbettungen in orthopädischen Serienschuhen, und drei brauchten Maßschuhe.

Präoperativ waren 17 und postoperativ 20 Patienten voll erwerbsfähig, Ein Patient arbeitete zu 80%, zwei zu 50%. Im Durchschnitt waren die Patienten 17 Monate vor und 5 Monate nach der Operation nicht arbeitsfähig, wobei es sich meist um körperlich anstrengende Tätigkeiten handelte.

Die Patientenzufriedenheit war bei 17 Patienten ausgezeichnet oder gut, neun waren zufrieden mit minimalen und vier mit mäßigen Einschränkungen. Kein Patient war unzufrieden (Tabelle 5).

Objektive Resultate

Klinik: Präoperativ waren alle 30 Füße schmerzhaft. Postoperativ bestanden an fünf Füßen residuelle Belastungsschmerzen. Anhaltende oder länger dauernde Schwellungen wurden an drei Füßen beobachtet. Die durchschnittliche Umfangsminderung am operierten Unterschenkel betrug 1,85 cm. Die postoperative Valgusstellung im Rückfuß lag bei 28 Füßen zwischen 0° und 5°, bei einem Fuß bei 10° und einem weiteren Fuß bei 15°.

Die postoperative Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk und im Chopart-Gelenk war bei zehn Patienten unverändert und bei 20 schlechter als präoperativ.

Radiologie: Eine Übereinstimmung im Schweregrad der Arthrose des Talokalkaneargelenks zwischen konventionellen Röntgenbildern (seitliche und schrä-

Preoperativ, 17 patients were able to work as opposed to 20 postoperatively. One patient worked 80%, two 50% of a normal workload. On average, patients were unable to work 17 months before and 5 months after surgery, in most cases being physically hard work.

Patient satisfaction was excellent in 17 patients, nine were satisfied with minor and four with greater reservations. No patient was dissatisfied (Table 5).

Objective Results

Clinical: preoperatively, all feet were painful. Postoperatively, residual activity-related pain was found in only five feet. Chronic or frequent swelling was found in three feet. The average reduction of calf circumference on the operated side was 1.85 cm. The postoperative hindfoot valgus was between 0° and 5° in 28 feet, 10° in one and 15° in another.

Tibiotalar and Chopart's joint mobility were unchanged postoperatively in ten and reduced in 20 patients.

Radiologic: in 19 patients, the degree of osteoarthritis according to the plain (oblique and lateral views) radiographs correlated well with the CT images. In the remaining eleven patients osteoarthritis was more pronounced in the CT images than would have been expected from plain imaging. In four patients a slight degree of osteoarthritis preexisted in the tibiotalar joint as seen in CT, and in one patient this increased slightly after surgery. Six patients had a narrowed talonavicular joint space preoperatively, and this joint showed osteophytes and subchondral sclerosis postoperatively in two patients.

In the group with tibialis posterior dysfunction and talocalcaneal osteoarthritis, MRI revealed a stage 3 lesion in eight patients, five of which had elongated tendons, while three had full-thickness ruptures.

In 24 patients, the area of bony consolidation was measured 3 months postoperatively using standard-

Tabelle 5
Gesamtresultate.

Resultate	Patienten (n)
Subjektiv	
• Vollständig zufrieden	17
• Zufrieden mit kleinen Einschränkungen	9
• Zufrieden mit größeren Einschränkungen	4
• Unzufrieden	0
Objektiv	
• Ausgezeichnet	25
• Gut	3
• Mäßig	2
• Schlecht	0

Table 5
Overall results.

Results	Patients (n)
Subjective	
• Completely satisfied	17
• Satisfied with minor reservations	9
• Satisfied with greater reservations	4
• Dissatisfied	0
Objective	
• Excellent	25
• Good	3
• Satisfactory	2
• Poor	0

ge Aufnahmen) und CT-Bildern fand sich in der präoperativen Beurteilung bei 19 Patienten. Bei den verbleibenden elf Patienten war die auf den konventionellen Röntgenbildern vermutete Arthrose geringer als das auf den CT-Aufnahmen beobachtete Ausmaß. Eine leichte Arthrose des oberen Sprunggelenks im CT bestand bei vier Patienten; in einem Fall nahm sie postoperativ leicht zu. Bei sechs Patienten wurde präoperativ eine Verschmälerung des talonavikulären Gelenkspalts beobachtet; postoperativ fanden sich bei zwei Patienten eine osteophytäre Reaktion und subchondrale Sklerose in diesem Gelenk.

In der Gruppe mit Dysfunktionen des Musculus tibialis posterior und talokalkaneärer Arthrose zeigten alle acht Patienten im MRT eine Läsion im Stadium 3; davon waren fünf Sehnen elongiert und drei vollständig rupturiert.

Bei 24 Patienten wurde die Fläche des knöchernen Durchbaus 3 Monate postoperativ mit standardisierter koronarer CT in einer Schnittdicke von 3 mm gemessen (Beispiel s. Abbildungen 9a und 9b). Die durchschnittliche Konsolidierungsfläche betrug $345,7 \text{ mm}^2$ ($0\text{--}720 \text{ mm}^2$). Die mittlere Konsolidierungsfläche war in der Gruppe mit Dysfunktionen des Musculus tibialis posterior (487 mm^2) größer als bei den Patienten mit posttraumatischen Arthrosen (328 mm^2).

Komplikationen: Zu den zeitweiligen Komplikationen zählten zwei Algodystrophien operierter Füße, bei einem Patienten temporärer Schmerz im Beckenkambereich nach Spongiosaentnahme und in einem Fall Beschwerden über dem Schraubenkopf bis zur Schraubenentfernung. Als bleibende Komplikationen

ized coronal CT with a cut thickness of 3 mm (example see Figures 9a and 9b). The average area of consolidation was 345.7 mm^2 ($0\text{--}720 \text{ mm}^2$). In the tibialis posterior dysfunction group, the area of bony consolidation (487 mm^2) was greater than in the posttraumatic osteoarthritis group (328 mm^2).

Complications: transient complications consisted twice of reflex sympathetic dystrophy, once of pain at the iliac crest after bone harvesting. In one patient pain occurred around the head of the screw necessitating its removal. Permanent complications were one pseudarthrosis and one lateral impingement due to cancellous bone chips; both patients required surgical revision.

Results in the Literature

Johnson [9] and Mann & Baumgarten [11] also achieved excellent results with a similar technique in 99% of their patients.

The technique of talocalcaneal interposition with autogenous bone preserves hindfoot height, and thus the anatomy of Chopart's joint, leaving adaptability to uneven ground intact [6, 8, 11].

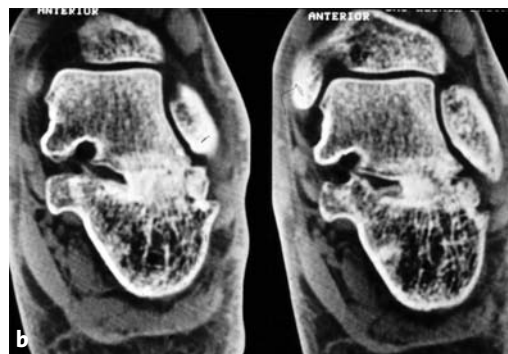
Dennyson & Fulford [4] and also Rusotti et al. [15] observed a high bony consolidation rate of approximately 95%.



Abbildungen 9a und 9b

a) Röntgenkontrolle 3 Monate nach talokalkaneärer Arthrodese: kräftige knöcherne Konsolidierung, Anatomie in den Talonavikular- und Kalkaneokuboidgelenken erhalten.

b) Computertomographie im koronaren Strahlengang: kräftige Knochengrundsubstanz im Bereich der Spongiosaplastik im Sinus tarsi.



Figures 9a and 9b

a) Radiographic follow-up 3 months after talocalcaneal arthrodesis: substantial osseous consolidation, anatomy of talonavicular and calcaneocuboid joints preserved.

b) Computed tomography in the coronal plane: substantial bone stock where bone grafting was placed in the sinus tarsi.

waren eine Pseudarthrose und ein laterales Impingement durch Spongiosachips einzustufen; sie bedurften einer operativen Revision.

Ergebnisse in der Literatur

Mit einer ähnlichen Operationstechnik erzielten sowohl Johnson [9] als auch Mann & Baumgarten [11] bei knapp 90% ihrer Patienten ebenfalls ausgezeichnete und gute Resultate.

Durch die Interpositionstechnik von autogener Spongiosa talokalkaneal wird die Höhe des Rückfußes erhalten; dadurch bleiben die Anatomie der Chopart-Gelenke und somit die Anpassungsfähigkeit in unebenem Gelände intakt [6, 8, 11].

Dennyson & Fulford [4] sowie Rusotti et al. [15] beobachteten eine hohe knöcherne Konsolidierungsrate um 95%.

Literatur – References

1. Angus PD, Cowell HR. Triple arthrodesis, a critical long-term review. *J Bone Joint Surg Br* 1986;68:260–5.
2. Bower BL, Keith Keyser C, Gilula LA. Rigid subtalar joint: a radiographic spectrum. *Skeletal Radiol* 1989;17:583–8.
3. Conti SF. Posterior tibial tendon problems in athletes. *Orthop Clin North Am* 1994;25:109–21.
4. Dennyson WG, Fulford GE. Subtalar arthrodesis by cancellous bone graft and metallic fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1976;58:507–10.
5. Fellmann J, Zollinger H. Versteifungseingriffe am unteren Sprunggelenk – wechselnde Konzepte im Laufe der Zeit. *Z Orthop* 1996;134:341–5.
6. Fellmann J, Zollinger H. Isolated talocalcaneal interposition fusion: a prospective follow-up study. *Foot Ankle Int* 1997;18:616–21.
7. Hintermann B. Die Dysfunktion des M. tibialis posterior infolge Sehneninsuffizienz. *Orthopäde* 1995;24:193–9.
8. Johnson JE, Johnson KA, Unni KK. Persistent pain after excision of interdigital neuroma: results of reoperation. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:651–7.
9. Johnson K. Arthrodeses of the foot and ankle. In: Mann RA, Coughlin MJ, eds. *Surgery of the foot and ankle*. New York: Raven Press, 1989:151–81.
10. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar AS, et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15:349–53.
11. Mann RA, Baumgarten M. Subtalar fusion for isolated subtalar disorders: preliminary report. *Clin Orthop* 1988;226:260–5.
12. Mann RA, Thompson FM. Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:556–61.
13. Manter JT. Movements of the subtalar and transverse joints. *Anat Rec* 1941;4:397–410.
14. Patterson RL, Parrish FF, Hathaway EN. Stabilizing operation on the foot: a study on the indications, techniques used and end results. *J Bone Joint Surg Am* 1950;32:1–2.
15. Rusotti GM, Cass JR, Johnson KA. Isolated talocalcaneal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:1472–8.
16. Thomas FB. Arthrodesis of the subtalar joint. *J Bone Joint Surg Br* 1967;49:93–7.
17. Wetmore RS, Drennan JC. Long term results of triple arthrodesis in Charcot-Marie-Tooth disease. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:417–22.
18. Wülker N, Flamme C. Rückfussarthrodesen. *Orthopäde* 1996;25:177–86.

Korrespondenzanschrift – Address for Correspondence

Prof. Dr. Hans Zollinger
Spezialarzt für Orthopädische Chirurgie FMH
Bahnhofstraße 56
CH-8001 Zürich
Telefon (+41/1) 215-2010, Fax -2011
E-Mail: h.zollinger-kiesg@access.unizh.ch